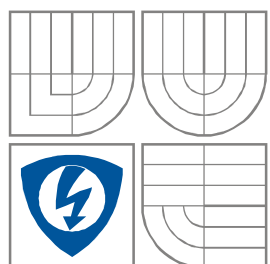


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ZÁLOŽNÍ NAPÁJECÍ SYSTÉM UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

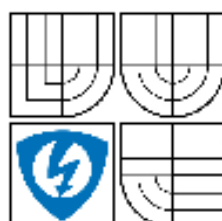
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JOSEF KUČERA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR FEDRA

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Elektronika a sdělovací technika

Student: Josef Kučera

ID: 77715

Ročník: 3

Akademický rok: 2009/2010

NÁZEV TÉMATU:

Záložní napájecí systém

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s hardwarovou realizací nemocničního informačního systému CLINICOM. Proveďte měření zatížení serveru pomocí přístroje Energy Logger 3500. Porovnejte typy a možnosti záložních napájecích systémů UPS (Uninterruptible Power Supply), navrhnete u serveru vhodný záložní zdroj. Prostudujte možnosti datové komunikace mezi záložním zdrojem a serverem s operačním systémem CentOS. Realizujte automatické zaslání varovné zprávy správci serveru a všem přihlášeným uživatelům nemocničního informačního systému o elektrickém výpadku v napájení sítě. Současně proveďte a zhodnoťte měření reálné záložní doby systému a porovnejte ji s teoretickou dle předešlého návrhu a výpočtu.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] HORÁK, Jaroslav. Hardware - učebnice pro pokročilé. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1741-5.

[2] MINASI, Mark. Velký průvodce hardwarem. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0273-8.

Termín zadání: 8.2.2010

Termín odevzdání: 28.5.2010

Vedoucí práce: Ing. Petr Fedra

prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení částí druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Josef Kučera
Bytem: Mrštníkova 532, Rosice, 66501
Narozen/a (datum a místo): 25. července 1985 v Ivančicích

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida, předseda rady oboru Elektronika a sdělovací
technika
(dále jen „nabyvatel“)

Článek 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☒ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Záložní napájecí systém

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Petr Fedra

Ústav: Ústav radioelektroniky

Datum obhajoby VŠKP: _____

VŠKP odevzdal autor nabyvateli*:

- ☒ v tištěné formě – počet exemplářů: 2
- ☒ v elektronické formě – počet exemplářů: 2

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.

3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.

4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

* hodící se zaškrtněte

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☒ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 28. května 2010

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na návrh vhodného záložního zdroje (uninterruptible power supply, dále jen UPS) ke školnímu serveru na Ústavu biomedicínského inženýrství, na němž je v současnosti instalován nemocniční informační systém (dále jen NIS) CLINICOM od firmy SMS. UPS by měl zajistit ochranu serveru před rušivými vlivy z rozvodné elektrické sítě a bezpečné vypnutí serveru. Tato práce se dále zabývá zasláním varovné zprávy o výpadku v rozvodné elektrické síti.

Klíčová slova

Nepřerušitelný zdroj napájení, UPS, NIS, CLINICOM, offline, online, zdroj napětí, výkon, přepětí, podpětí.

Abstract

This bachelor thesis is focused on proposal of backup power supply (UPS) to school server on department of biomedical engineering. On this server is installed hospital informative system CLINICOM by firm SMS. UPS should ensure safety of server of disturbing influence from supply system and server safe shutdown.

This thesis is next occupied by sending warning message of power fail.

Key words

Uninterruptible power supply, UPS, HIS, CLINICOM, offline, online, power supply, power surges, undervoltage.

Bibliografická citace

KUČERA, J. *Záložní napájecí systém*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. 2010. 44 s., 2s příloh. Bakalářská práce. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Fedra.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Záložní napájecí systém jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto semestrálního projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 28. května 2010

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Fedrovi. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 28. května 2010

.....

podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	ZÁLOŽNÍ NAPÁJECÍ SYSTÉM.....	9
	HISTORIE VZNIKU ZÁLOŽNÍCH NAPÁJECÍCH SYSTÉMŮ	9
3	UPS – NEPŘERUŠITELNÝ ZDROJ NAPĚTÍ.....	10
3.1	ZÁKLADNÍ PARAMETRY UPS	10
3.2	ZÁKLADNÍ TYPY NESTABILITY SÍTĚ	11
3.3	TYPY UPS PODLE KONSTRUKČNÍCH NÁVRHŮ	12
3.3.1	Offline systém	12
3.3.2	Line interaktivní systém.....	13
3.3.3	Offline systém s izolačním transformátorem.....	13
3.3.4	Online systém s dvojitou konverzí	14
3.3.5	Online systém s delta konverzí	15
3.4	PRINCIP ČINNOSTI DVOU ZÁKLADNÍCH TYPŮ UPS	16
3.5	SROVNÁNÍ DVOU ZÁKLADNÍCH TYPŮ UPS OFF-LINE A ON-LINE.....	16
4	HARDWAROVÁ A SOFTWAREOVÁ REALIZACE NIS CLINICOM.....	18
4.1	OPERAČNÍ SYSTÉM CENTOS (REDHAT)	18
4.1.1	CentOS	19
4.2	NIS CLINICOM.....	21
4.2.1	Základní pilíře CLINICOM.....	22
4.2.2	Specializované moduly systému CLINICOM	22
4.2.3	Uživatelské rozhraní.....	23
5	NÁVRH VHODNÉHO ZÁLOŽNÍHO SYSTÉMU	25
5.1	MĚŘENÍ ZATÍŽENÍ SERVERU	25
5.2	VÝBĚR VHODNÉHO ZÁLOŽNÍHO SYSTÉMU	27
6	MOŽNOSTI DATOVÉ KOMUNIKACE MEZI UPS A SERVEREM	31
6.1	CHARAKTERISTIKA APCUPSD	31
6.2	INSTALACE A KONFIGURACE	31
6.3	VAROVNÁ ZPRÁVA O VÝPADKU V ELEKTRICKÉ NAPÁJECÍ SÍTI.....	33
7	REÁLNÁ A TEORETICKÁ ZÁLOŽNÍ DOBA UPS	36
8	ZÁVĚR.....	38
	SEZNAM LITERATURY	39
	SEZNAM ZKRATEK.....	41
	SEZNAM PŘÍLOH	42
	Příloha 1.....	43
	Příloha 2.....	44

1 ÚVOD

Tato práce se zabývá výběrem vhodného záložního napájecího systému (UPS) pro nemocniční informační systém CLINICOM s ohledem na jeho zatížení. UPS by měl zajistit optimální zálohovací dobu a bezproblémové napájení.

V práci jsou rozebrány nejdůležitější parametry a typy UPS dle konstrukčních návrhů. Porovnávám dva základní konstrukční návrhy on-line a off-line.

Dále se zabývám hardwarovou a softwarovou realizací NIS CLINICOM. Součástí této práce je rozbor komunikace mezi záložním zdrojem a NIS CLINICOM s operačním systémem CentOS a následná realizace automatického zasílání varovné zprávy o výpadku v elektrické rozvodné síti správci serveru a všem přihlášeným uživatelům.

V poslední kapitole porovnávám reálnou záložní dobu UPS s teoretickým výpočtem záložní doby UPS.

2 ZÁLOŽNÍ NAPÁJECÍ SYSTÉM

Nouzové napájecí systémy mohou být systémy zahrnující osvětlení, generátory, palivové články a jiné přístroje. Najdou uplatnění v domácnostech, nemocnicích, vědeckých laboratořích, datových centrech, telekomunikačních zařízeních a na moderních námořních lodích. Nouzové napájecí systémy využívají generátorů, setrvačníků, palivových článků a olověných akumulátorů.

HISTORIE VZNIKU ZÁLOŽNÍCH NAPÁJECÍCH SYSTÉMŮ

Nouzové napájecí systémy byly použity již za druhé světové války na námořních lodích. V boji mohly lodě přijít o funkčnost jejich primárního zdroje energie - parního stroje. To by však znamenalo jejich zkázu, protože bez energie nemohly dále pokračovat v boji. Proto byly vybudovány sekundární zdroje energie, diesel-agregáty, ale i ty byly poměrně často ničeny. V takové situaci se muselo přejít na manuální provoz. Při přechodu na náhradní zdroj energie, existoval jistý časový interval, kdy nebyla žádná elektrická energie k dispozici, což mohlo ve svém důsledku vést i ke zničení válečné lodě z důvodu nefunkčnosti obranných mechanismů. Tato skutečnost vedla k rozvoji náhradních zdrojů elektrické energie. Po skončení druhé světové války se to příznivě projevilo i v normálním životě [27].

Z počátku byly zdroje nepřerušitelného napájení realizovány výhradně pomocí elektrických točivých strojů - motorgenerátory, kde stejnosměrný motor poháněl synchronní alternátor. Nástupem výkonových polovodičových prvků byly motorgenerátory vytlačeny a dnes se používají pro speciální účely a na jejich místo nastoupily polovodičové zdroje UPS.

3 UPS – NEPŘERUŠITELNÝ ZDROJ NAPĚTÍ

Hlavní funkcí UPS je zpravidla krátkodobá (minutová až hodinová) dodávka energie v případě nestability vstupního napětí či úplného výpadku sítě. Úlohou UPS je chránit data a citlivá zařízení před poškozením vlivem nepředvídaných událostí na síti, jako jsou šumy, rázy, napěťové špičky, poklesy napětí, nestability kmitočtu nebo úplné výpadky. Dojde-li k výpadku elektrické energie, UPS dodává spotřebiči energii ze svých akumulátorů. Vzhledem k ceně elektronických zařízení a přenášených dat jsou UPS nezbytným vybavením všech informačních systémů. Záložní zdroje však pracují také na místech, kde výpadek elektrické energie může znamenat ohrožení zdraví a života nebo značné materiální ztráty. Takovými oblastmi jsou např. zdravotnictví, doprava, ozbrojené sbory, zabezpečovací technika [27].

3.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY UPS

Při výběru samotného záložního systému se přihlíží k těmto parametrům

- **Výstupní výkon UPS.** Ten určujeme k zařízení, které je nezbytné z UPS napájet, a podle toho volit typ zdroje a jeho jmenovitý výkon (obr 1.1). Požadovaný výstupní výkon UPS je dobré volit s určitou rezervou, kdy výstupní výkon UPS je větší o 50 – 80 % než je současná známá velikost zátěže. Rezervu ve výstupním výkonu UPS je možné využít v případě, kdy napájené zařízení pracuje na vyšších než jmenovitých parametrech, a jednak tehdy, když vzrostou požadavky na zvýšení výkonu při rozšíření zátěže (instalace nového serveru, nové pracovní stanice nebo změnou hardwarových částí).
- **Doba zálohování.** Určuje dobu chodu UPS napájené z vlastní baterie (při výpadku síťového napětí) při jeho jmenovité zátěži. Standardní doba zálohování se obvykle pohybuje v řádu desítek minut. U požadavku na delší dobu zálohování je třeba použít přídatné baterie. Baterie je nejchoulostivější, nejdražší, nejtěžší a také ekologicky nejproblémovější částí UPS. V UPS se většinou používají bezúdržbové olověné zatavené akumulátory. Doba životnosti baterie se pohybuje v rozmezí od tří do deseti let.

- **Kvalita napájecí sítě v místě použití UPS.** Pro méně náročné spotřebiče (mezi ně však nepatří síťové servery, důležitá zdravotnická zařízení, technologické počítače pro řízení výroby apod.) s přihlédnutím k charakteru zátěže postačí i méně nákladný zdroj v uspořádání off-line nebo line interactive. V místech s častým a rychlým kolísáním síťového napětí nebo jinými poruchami sítě je dobré použít zdroj s architekturou on-line.
- **Kvalita výstupního napětí UPS.** Je třeba posoudit, zda je nutné napájet spotřebič čistě sinusovým napětím (zdroje typu on-line) nebo zda postačí sinus modifikovaný (zdroje typu off-line nebo line interactive).
- **Charakter připojené zátěže.** Zde se bere v úvahu požadavek na spolehlivost napájení z UPS. K tomuto patří udávaná střední doba mezi poruchami (Mean Time Between Failures – MTBF), která je u UPS udávána v řádech 100 000 hodin.
- **Komunikace s UPS.** Standardní komunikace je optická (LED nebo LCD), akustická (signalizace kritických provozních stavů) a manuální (zapnutí – vypnutí, popř. měření některých provozních veličin). Většina UPS je vybavena softwarem pro správu UPS v počítači (Windows, Linux).

Asi nejdůležitějším parametrem bývá výstupní výkon UPS, který je pro UPS udáván většinou ve volt-ampérech (dále jen VA). Zde si musíme dát pozor na to že příkon zařízení (v našem případě server s CLINICOM), pro který UPS požadujeme, se udává ve wattech. Např. UPS s výkonem 1500VA můžeme zatížit příkonem 865W.

Při výběru UPS je také dobré přihlížet k její ceně, která úzce souvisí s technickými požadavky. Při konečném rozhodování by měla být spíše druhotnou záležitostí.

3.2 ZÁKLADNÍ TYPY NESTABILITY SÍTĚ

Problémy, které mohou nastat v rozvodné elektrické síti

- **Výpadky** v dodávce elektrického napětí, které tvoří zhruba 5 % poruch.
- **Podpětí**, jenž tvoří 87 % poruch. Podpětí je stav, kdy je napájecí napětí menší o více než 15 % nominální hodnoty. Za tohoto stavu většina elektrických spotřebičů sice ještě funguje, ale už s těžko definovanými chybami.

- **Přepětí**, jenž tvoří 0,7 % poruch. Je to stav, kdy napětí v síti je vyšší než přípustné a kdy hrozí poškození elektrických spotřebičů.
- **Napět'ové a proudové špičky**. Jsou způsobeny různými vlivy (rozběh výkonových elektrických zařízení, bouřky). Jedná se o stav, kdy napětí po velmi krátkou dobu několikanásobně převyší nominální hodnotu.
- **Šum v síti**. Je způsoben činností neodrušených elektrických spotřebičů (elektromotorů atd.) Standardní sinusový průběh střídavého napětí je „doplněn“ vysokofrekvenčním šumem. Ten není nebezpečný běžným domácím spotřebičům, avšak u výpočetní techniky může vyvolat náhodné chyby.
- **Elektromagnetické rušení**. Zdrojem jsou atmosférické výboje, průmyslové stroje – zapínání velkých elektromotorů nebo jen zapnutí obyčejného, ale rozsáhlého zářivkového osvětlení. Možností, jak přepětí čelit, je použití přepět'ových ochran. Toto zařízení zpravidla funguje na bázi bleskojistek, varistorů a rychlých omezovacích diod. Tyto prvky mají při nominálním napětí velký odpor a nízký svodový proud, avšak pokud velikost napětí překročí určitou hodnotu, jejich odpor se prudce snižuje a je sveden do uzemňovací svorky.

Tyto problémy lze vyřešit UPS, který funguje mimo jiné jako přepět'ová ochrana a filtr napětí z rozvodné elektrické sítě.

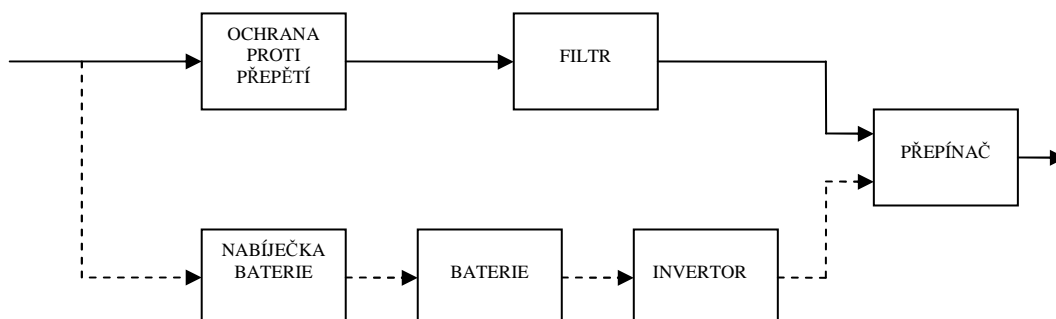
3.3 TYPY UPS PODLE KONSTRUKČNÍCH NÁVRHŮ

- offline
- line interaktivní
- offline s izolačním transformátorem
- online s dvojí konverzí
- online s delta konverzí

3.3.1 OFFLINE SYSTÉM

Offline (pasivní) systém UPS (viz. obr. 3.1) je nejrozšířenější typ UPS používaný pro osobní počítače. Přepínač určuje jako primární napájecí zdroj filtrované střídavé vstupní napětí (plná

čára). V případě výpadku síťového napětí přepínač přepne na baterii/invertor sloužící jako záložní zdroj. Mezi hlavní výhody tohoto uspořádání patří vysoká účinnost, malé rozměry a nízká cena [10].

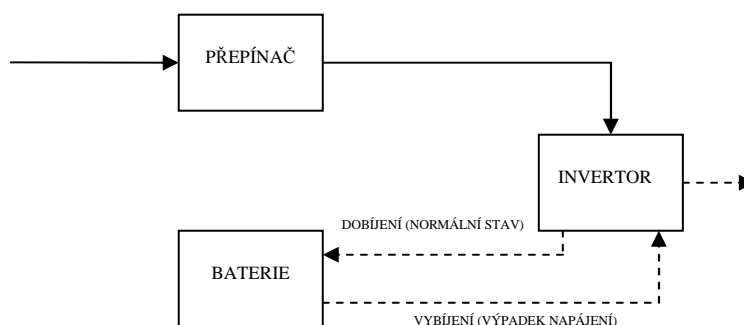


Obr. 3.1: Pasivní systém UPS.

3.3.2 LINE INTERAKTIVNÍ SYSTÉM

Line interaktivní systém reprezentuje nejčastěji návrh používaný pro malé podniky a webové střediskové servery. Invertor je v tomto případě stále propojen k výstupu UPS (viz. obr. 3.2). V době, kdy je k dispozici síťové napětí, invertor dobíjí baterii.

Dojde-li k výpadku síťového napětí, přepínač přepne UPS na baterii. Díky neustálému připojení invertoru k výstupu má toto uspořádání vyšší možnosti filtrace a redukce proudových rázů v porovnání se zapojením offline systému UPS [10].



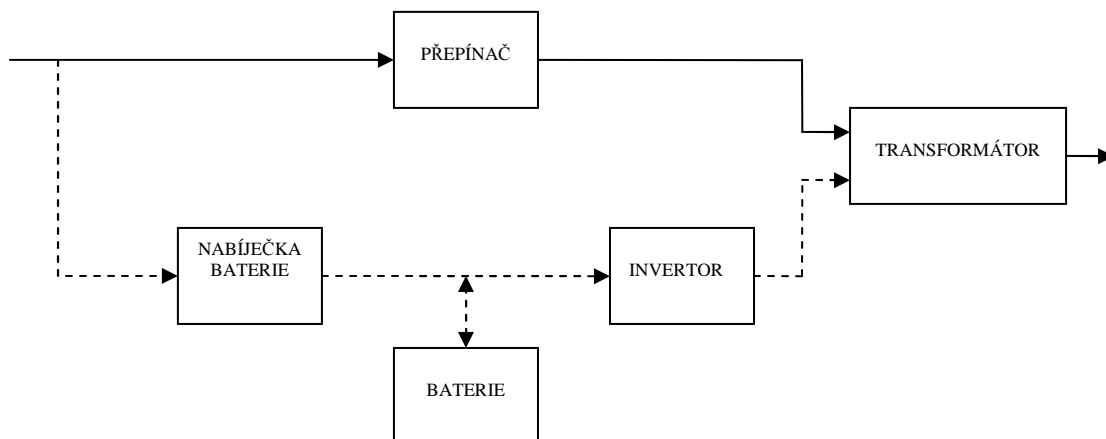
Obr. 3.2 Line interaktivní systém UPS.

3.3.3 OFFLINE SYSTÉM S IZOLAČNÍM TRANSFORMÁTOREM

Offline systém UPS s izolačním transformátorem (viz. obr.3.3) býval hlavním typem UPS v oblasti 3 – 15 kVA. Primární trasa napájení vede z vstupního střídavého napětí

přes přepínač a transformátor do výstupu. Při výpadku síťového napětí přepínač přepne na inverter. Offline systémy UPS s izolačním transformátorem jsou obecně velké a těžké.

Jejich hlavní výhodou je vysoká spolehlivost a výborná filtrace. Tato konstrukce UPS se dnes již moc nepoužívá. Zejména kvůli velmi nízké účinnosti a nestabilitě při napájení moderních počítačů [10].

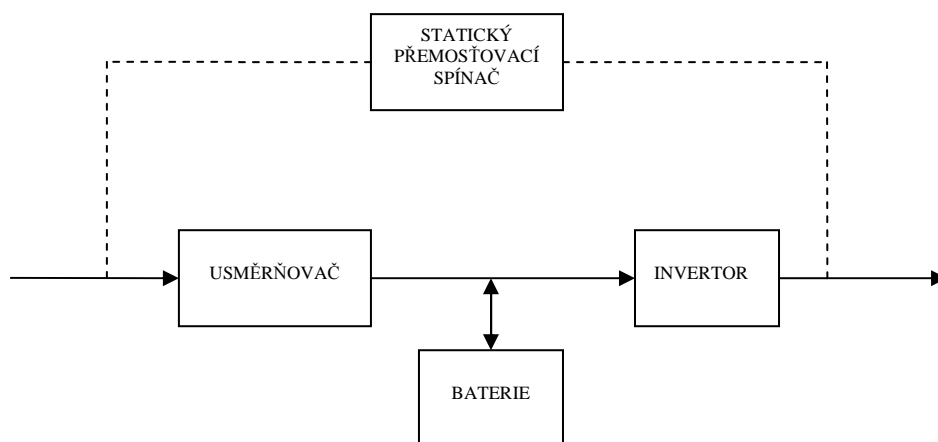


Obr. 3.3: Pasivní systém s izolačním transformátorem.

3.3.4 ONLINE SYSTÉM S DVOJÍ KONVERZÍ

Toto je nejčastěji používaný systém UPS v oblasti 10kVA (viz. obr. 3.4). Je v podstatě stejný jako offline systém UPS. Liší se primární trasou, kde je inverter namísto síťového napětí. U typu online s dvojí konverzí se neaktivuje přepínač při výpadku síťového napětí, protože střídavý vstup nabíjí záložní baterii, která napájí vstupní inverter. Při výpadku síťového napětí bude okamžitě zahájen provoz online [10].

Tento typ má téměř ideální elektrické výstupní parametry, ale nepřetržitá zátěž výkonových součástí snižuje spolehlivost oproti jiným systémům UPS. Další významným nedostatkem je velká spotřeba elektrické energie.

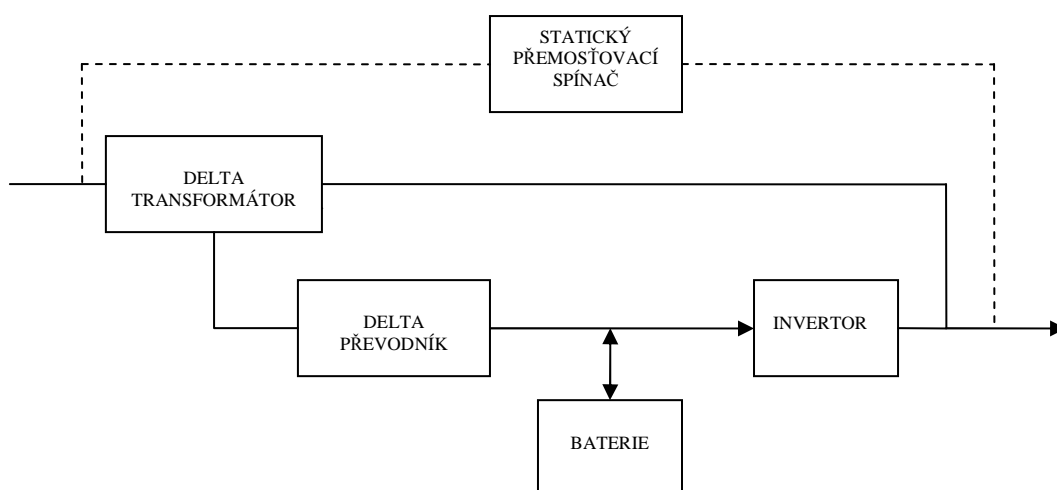


Obr. 3.4: Online systém s dvojitou konverzí.

3.3.5 ONLINE SYSTÉM S DELTA KONVERZÍ

Tento typ systému UPS (viz. obr.3.5) je založen na technologii vyvinuté tak, aby byly odstraněny nedostatky typu online s dvojitou konverzí. Tento systém je k dispozici pro oblast výkonu od 5 kW do 1,6 MW. Podobně jako u typu online s dvojitou konverzí i v online systému UPS s delta konverzí inverter stále dodává napětí pro zatížení. energii do výstupu invertoru však dodává také přídavný delta převodník.

Technologie delta konverze šetří energii oproti UPS systému s dvojitou konverzí. Online systém UPS s dvojitou konverzí převádí energii do baterie a zpět, zatímco delta převodník přenáší část energie ze vstupu na výstup. Tento převodník má dvě funkce - řízení charakteristiky vstupního napájení a řízení vstupního proudu, čímž se reguluje dobíjení baterie systému [10].



Obr. 3.5: Online systém s delta konverzí.

Tab. 3.1: V následující tabulce jsou jednotlivé systémy UPS ukázány pohromadě a jsou u nich uvedeny různé charakteristiky [10]

	Praktický rozsah výkonu (kVA)	Úprava napětí	Cena na VA	Účinnost	Stále spuštěný invertor
Offline	0 až 0,5	Nízká	Nízká	Velmi vysoká	Ne
Line interaktivní	0,5 až 5	Závisí na návrhu	Střední	Velmi vysoká	Závisí na návrhu
S izolačním transformátorem	3 až 15	Vysoká	Vysoká	Nízká - střední	Ne
Online s dvojitou konverzí	5 až 5000	Vysoká	Střední	Nízká - střední	Ano
Online s delta konverzí	5 až 5000	Vysoká	Střední	Vysoká	Ano

3.4 PRINCIP ČINNOSTI DVOU ZÁKLADNÍCH TYPŮ UPS

UPS jsou v zásadě rozděleny do dvou skupin (offline a online) podle technologie, kterou využívají. UPS kategorie off-line přepíná pomocí relé odběr na záložní měnič napájený z akumulátorů. Dochází tedy ke krátkodobému (zhruba 4ms) výpadku. UPS kategorie on-line napájí spotřebič prostřednictvím měniče trvale z akumulátorů, které jsou současně dobíjeny ze sítě. UPS provádí stabilizaci a filtraci napětí. V případě výpadku či poklesu napětí dodávají akumulátory energii bez jakéhokoli přerušování. Výpadek sítě uživatel pozná podle akustického signálu, který upozorňuje na provoz ze záložního zdroje. Podle počtu připojených zařízení a výkonnosti UPS můžeme určit, jak dlouho lze napájet zařízení ze záložního zdroje.

3.5 SROVNÁNÍ DVOU ZÁKLADNÍCH TYPŮ UPS OFF-LINE A ON-LINE

Jednodušším typem zdroje je off-line. Energie z akumulátorů je dodávána pouze v případě výpadku síťového napětí. Při běžném provozu se zároveň neustále dobíjí akumulátor. Při výpadku síťového napětí přepne přepínač (relé) výstup zdroje na elektrický měnič, který převádí stejnosměrné napětí akumulátorů na střídavé. Výhodou tohoto systému jsou malé ztráty elektrické energie ve zdroji (účinnost se blíží 100%) a nízká pořizovací cena. Naopak nevýhodou je nemožnost filtrovat kolísání sítě (napětíové a frekvenční výkyvy), tuto nevýhodu můžeme částečně eliminovat vstupními a výstupními filtry. Doba potřebná k přepnutí na napájení z akumulátorů je řádově v milisekundách.

U typu zdroje on-line vede vstupní napájení přes vstupní měnič napětí, který převádí střídavé napětí na stejnosměrné, do akumulátorů. Ty se dobíjejí a zároveň se měničem převádí stejnosměrné napětí zpět na střídavé výstupní napětí, na výstup zdroje. Tímto postupem se napětí zbavuje všech nestabilních charakteristik. Při výpadku síťového napětí je okamžitě dodávána energie z akumulátorů. Nedochází k žádnému přepínání. Tento systém nám řeší nežádoucí přepínání a odstraňuje všechny poruchy, které přicházejí na vstup zdroje, tj. šumy, elektrické pulsy, přepětí a podpětí. Nevýhodou tohoto systému je především nepřetržité zatížení systému. Což se především projevuje na životnosti akumulátorů.

Přeměna síťového napětí na stejnosměrné a následně zase na střídavé způsobuje energetické ztráty. Tyto zdroje bývají zároveň vybaveny tzv. okruhem „bypass“, který přepojuje vstup zdroje přímo na výstup a obchází měniče. Využívá se při práci na akumulátorech nebo při přetížení výstupního měniče.

4 HARDWAROVÁ A SOFTWAREVÁ REALIZACE NIS CLINICOM

Hardwarová realizace serveru s NIS CLINICOM je uvedena v Tab. 4.1. Jedná se o typickou konfiguraci pro servery s operačním systémem na platformě Linuxu. V tabulce Tab. 4.2 uvádím pro úplnost dřívější konfiguraci serveru s NIS CLINICOM.

Tab. 4.1: Stávající konfigurace serveru

Systém	CentOS 2.6.18
Hardwarová část	
Procesor	INTEL Core 2 Duo E6600
Základní deska	Intel Lemont iP965
RAM	4x 1GB DDR2-667MHZ Kingston
Harddisk	2x 250GB Seagate 16MB SATAII/7200ot
Grafická karta	NX73T256P G7300GT 256MB DDR2
Zdroj	Fortran 350W
DVD ROM	Samsung DVDRW/RAM

Tab. 4.2: Dřívější konfigurace serveru

Systém	RED HAT
Hardwarová část	
Procesor	INTEL Core 2 Duo E6300 (1.86GHZ)
Základní deska	Intel Lemont iP965
RAM	2x 512MB DDR2-667MHZ Kingston
Harddisk	250GB Seagate 16MB SATAII/7200ot
Grafická karta	NX73T256P G7300GT 256MB DDR2
Zdroj	Fortran 350W
DVD ROM	LG 16xDVD/52xCD

4.1 OPERAČNÍ SYSTÉM CENTOS (REDHAT)

Red Hat Enterprise Linux (dále jen RHEL) je Linuxová distribuce, kterou vyvinula americká společnost Red Hat, určená pro komerční sféru. Platí se pouze podpora a servis včetně přístupu k webové službě s názvem Red Hat Network. Nové verze jsou vydávány zhruba po 18 až 24 měsících, přičemž platící zákazník může používat jakoukoliv verzi. Bezpečnostní aktualizace jsou vydávány dle potřeby po celých 7 let podpory každé verze.

Zdrojové kódy obsažených open source programů jsou volně přístupné včetně průběžných aktualizací a je na nich založeno mnoho odvozených distribucí [17].

4.1.1 CentOS

Community ENTerprise Operating Systém (dále jen CentOS) je volně dostupná Linuxová distribuce založená na RHEL. Je s ním 100% binárně kompatibilní a je podporována vlastní komunitou vývojářů.

RHEL je distribuce vydávaná firmou Red Hat, která ji poskytuje v binární podobě (na CD-ROM, DVD) pouze platícím zákazníkům. Protože je distribuce složena z open source a free software, poskytuje firma z licenčních důvodů zdrojové kódy zcela volně na svém FTP serveru včetně průběžných aktualizací.

CentOS je k dispozici zcela volně, avšak jej nespravuje ani nepodporuje firma Red Hat. CentOS odkazuje na svůj vzor jako na Prominent North American Enterprise Linux Vendor, čímž míní firmu Red Hat [17].

Hierarchie souborového systému

Adresářová struktura operačního systému (dále jen OS) Linux se velmi podobá adresářové struktuře jiných Unixů. Souborové uspořádání na disku se neslučuje s uspořádáním souborů v OS Windows firmy Microsoft. Hlavní rozdíl mezi uspořádáním souborů v Linuxu a ve Windows je v tom, že zatímco ve Windows se programy obvykle celé instalují do svého vlastního adresáře (tj. spustitelné soubory spolu s konfiguračními, datovými, knihovnami, ...), v Linuxu se obvykle instaluje program po celém disku – jeho soubory se nakopírují do různých připravených adresářů. Nevýhodou linuxového uspořádání je zdánlivý nepořádek na disku – na první pohled je těžko zjistit, který soubor patří ke kterému programu. Soubory instalovaného programu jsou nakopírované do adresářů právě podle toho, jakého jsou typu: spustitelné (bin), konfigurační (etc), knihovny (lib) atd.

Kromě uspořádání souborů a adresářů je však ještě oproti systémům Windows jeden velký rozdíl. Zatímco ve Windows je uživatel zvyklý, že nejvyšším bodem adresářové struktury se označuje disk C:, D:, a pod., v Linuxu je na vrcholu adresářové struktury tzv. root (označovaný /). Všechno ostatní se odvíjí od toho bodu (“kořene” celého systému).

Popis nejdůležitějších částí adresářové struktury

Na začátku adresářové struktury se uvádí lomítko což označuje adresář nacházející se v rootu (v hlavním adresáři systému)

- **/bin** – běžné programy používané systémem, administrátorem i uživateli.
- **/boot** – soubory používané při bootování systému. K nejdůležitějším patří soubor vmlinuz, který obsahuje jádro systému (kernel). Samotný kernel se označuje srdcem celého systému. Má za úkol základní věci potřebné pro běh systému, správu pamětí, řádné procesy.
- **/dev** – device (zařízení). Obsahuje odkazy na veškerá periferní zařízení počítače, která reprezentují soubory s různými speciálními vlastnostmi. V adresáři dev můžeme najít soubory, které reprezentují např. myš – /dev/mouse, IDE harddisk – /dev/hda, /dev/hdb, floppy disk – /dev/fd0, zvukové kartu – /dev/dsp, atd.
- **/etc** – nejdůležitější konfigurační údaje systému, obsahuje všechny údaje, které například ve Windows nalezneme v Ovládacích panelech.
- **/home** – domovské adresáře uživatelů, až na uživatele root.
- **/lib** – knihovny, tedy soubory používané všemi programy, ať už uživatelskými nebo systémovými.
- **/mnt** – standardní přípojně místo externích souborových systémů, například CD.
- **/proc** – virtuální souborový systém obsahující informace o systému. Obsahuje i několik podadresářů s číselným názvem, které reprezentují procesy běžící v paměti. Tak je možné zjistit informaci o libovolném běžícím procesu.
- **/root** – domovský adresář administrátora.
- **/sbin** – programy používané systémem a administrátorem.
- **/var** – místo pro ukládání proměnných a dočasných souborů např různé záznamy, fronty, soubory stažené z Internetu a podobně.
- **/tmp** – ukládání dočasných souborů. Při startu se adresář maže.
- **/usr** – programy, knihovny a dokumentace týkající se všech uživatelským programům.

4.2 NIS CLINICOM

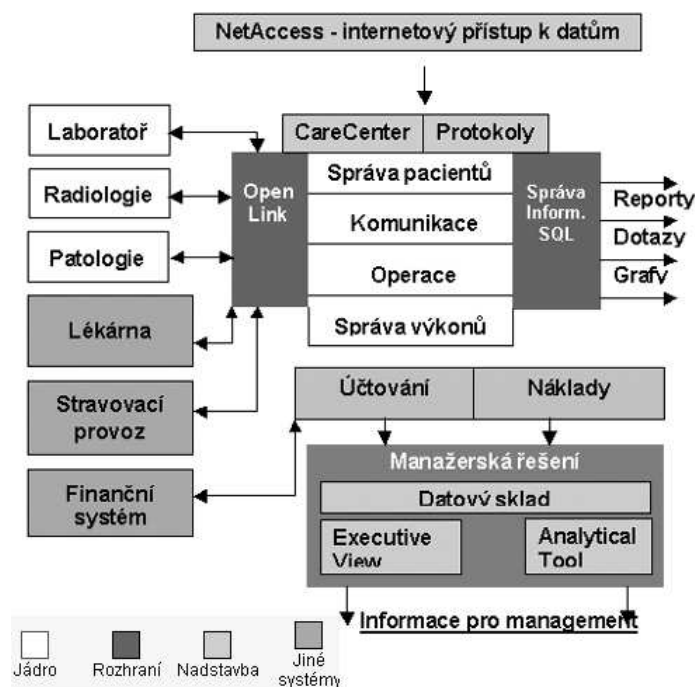
V dnešní době je k dispozici velký výběr v NIS, které se liší svou architekturou, ochranou dat a zaměřením na určité typy nemocničních oddělení. CLINICOM je řešením firmy SMS uzpůsobený pro české podmínky. Celý komplexní systém CLINICOM má v českých nemocnicích poměrně malé zastoupení NIS (15 nemocnic).

Charakteristika systému

Softwarová řešení firmy SMS představuje plně integrovaný komplexní NIS úspěšně aplikovaný nezávisle na konkrétní organizaci zdravotní péče a způsobu její úhrady. Je určen pro širokou škálu nemocnic zaměřených především na poskytování akutní nemocniční péče. Mezi jeho uživatele patří nemocnice o velikosti od 100 lůžek až po velké fakultní nemocnice s několika tisíci lůžky [18]. Jde o modulární systém, který se dá konfigurovat podle požadavků a potřeb uživatele.

Obsahuje systém pro:

- klinickou a zdravotní péči,
- finanční a ekonomické úseky,
- administrativní a správní úseky,
- management.



Obr. 4.1: Blokové schéma CLINICOM.

4.2.1 ZÁKLADNÍ PILÍŘE CLINICOMU

- **Správa pacientů.** Moderní pojetí centrální správy pacientů přináší zásadní výhody v tom, že všechna data jsou zadávána pouze jednou (snížení chybovosti způsobené vícenásobným vložením).
- **Správa výkonů.** Zajištění rutinního chodu nezávislého na personálu, uživatelé pouze vkládají skutečně vykonané výkony (tzv. neutrální výkony), zatímco systém se stará o správný chod v souladu s legislativou a metodikou (změny legislativy sleduje pouze několik lidí odpovědných za nastavení kmenových souborů).
- **Komunikace.** Vystavování žádanek, jejich odesílání, příjem výsledků s nastavitelnou úrovní rozlišení a vyúčtování.
- **Správa operací.** Účinný nástroj pro sledování zákroků a operací za účelem získání přesných údajů o nákladech a výnosech.

CLINICOM nepředstavuje jen administrativní nástroj lékaře pro usnadnění pořízení a archivaci povinné dokumentace, ale především sleduje ekonomiku nemocnice. Data z NIS lze dále zpracovávat a vyhodnotit prostřednictvím manažerského informačního systému DSS (Decision Support System) [18].

4.2.2 SPECIALIZOVANÉ MODULY SYSTÉMU CLINICOM

NIS CLINICOM se neustále rozvíjí v souladu s trendy a požadavky uživatelů. V současné době disponuje vedla jádra systému těmito specializovanými moduly:

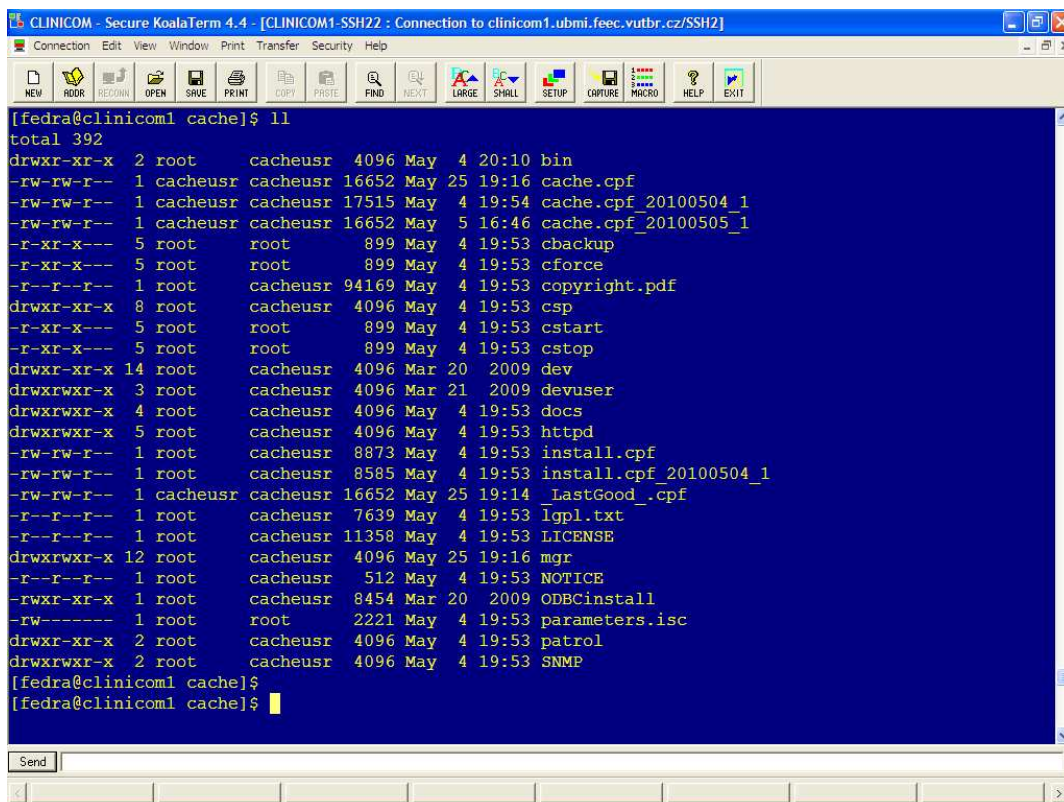
- Modul Porodnice,
- Modul OptimDRG,
- Modul Rehabilitace,
- Modul JIP,
- Modul Sesterské dokumentace,
- Modul Protokoly péče,
- Modul CC Karsko,
- Modul MemoMXS,
- Modul CC Medikace,
- Modul CC Porodnice.

NIS CLINICOM integruje několik dříve oddělených systémů a programů – konkrétně pod DOSem pracují IS Laboratoře, mající původ ve starším systému Progress LAN, IS Radiologie také z Progress LAN, ale již pracující ve Windows, vlastní serverová aplikace CLINICOM pracující na Unixu s databází Open M (nyní již Caché), CareCenter tvořící nadstavbu k serveru CLINICOM, umožňující přístup z Windows k patientským datům, a v neposlední řadě i NetAccess, umožňuje přístup přes webový prohlížeč.

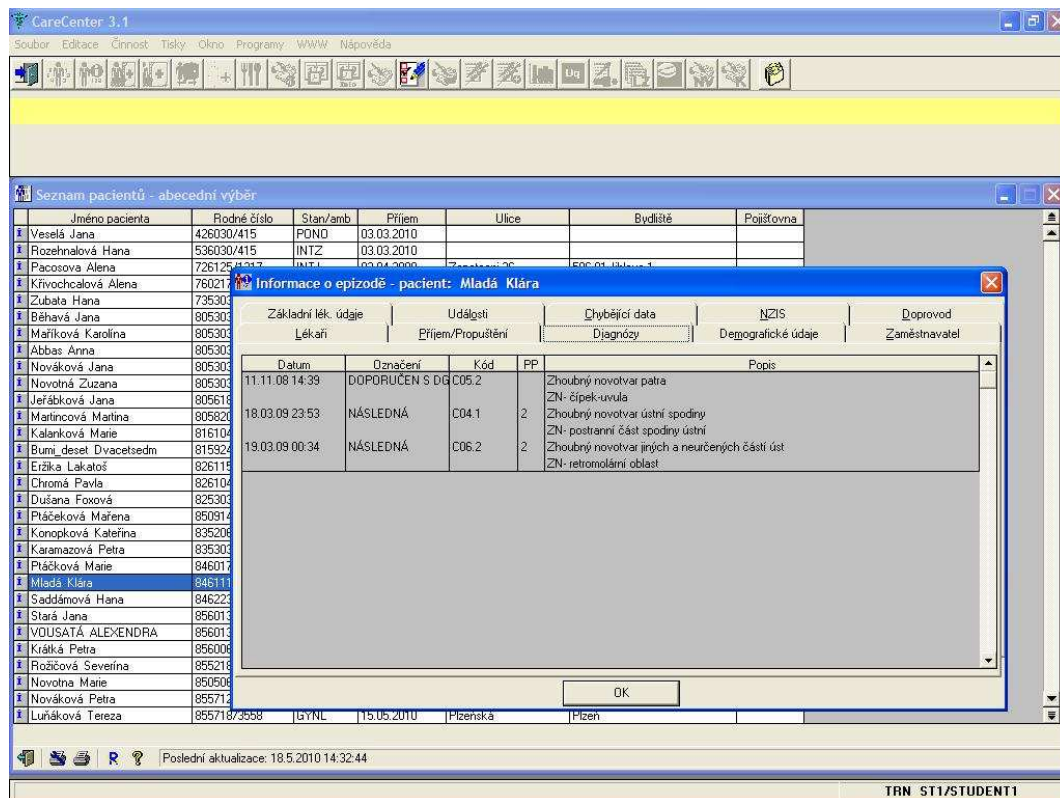
Protože je jádro NIS CLINICOM vytvořeno na platformě Caché (původně Open M/SQL), která pracuje na celé řadě IS, zaujme u CLINICOMu rozsah použitelnosti od jednoduživatelských PC až k velkým systémům založených na UNIXu pro stovky uživatelů. Podrobné operační systémy zahrnují MS-DOS, Microsoft Windows a UNIX. Slovo Open („otevřený“) v názvu odkazuje na otevřenou architekturu, která umožňuje provozovat aplikace v libovolném hostitelském prostředí. Aplikace vytvořené na jednom systému mohou být přeneseny na jiný velmi jednoduše, většinou beze změny [18].

4.2.3 UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ

Přístup ke zdravotnické databázi CLINICOM umožňují tři způsoby. Přes textový terminál Koala Term (viz. obr.4.2), přes CareCenter (viz. obr. 4.3) nebo přes webový prohlížeč prostřednictvím Net Access. Jednotlivé funkce pro zadávání dat jsou v CareCenter a v CLINICOM z hlediska dat rovnocenné – obsahují všechna datová pole, která obsahují i funkce v CLINICOM. Nemůže se tedy stát, že např. příjem pacienta zadaný v CareCenter nenaplní některá pole, která by byla naplněna, kdyby se zadávalo přes CLINICOM. Z toho plyne možnost kombinace práce s oběma systémy.



Obr. 4.2: Přístup k serveru přes textový terminal Koala Term.



Obr. 4.3: Přístup k serveru přes CareCenter.

5 NÁVRH VHODNÉHO ZÁLOŽNÍHO SYSTÉMU

V této kapitole se zabývám výběrem vhodného záložního zdroje pro server s NIS CLINICOM. Následující část pojednává o průběhu měření zatížení serveru, čím se měřilo a jaké se zjistily údaje.

5.1 MĚŘENÍ ZATÍŽENÍ SERVERU

K měření jsem použil EnergyLogger3500 (viz. obr. 5.1). Tento přístroj zaznamenává spotřebu energie připojených přístrojů po dobu až 4 měsíců do interní paměti. Na displeji se zobrazuje vedle spotřeby energie také činný a zdánlivý výkon, proud, napětí, a hodnoty minima a maxima uvedených veličin. Díky integrované záložní baterii se při výpadku proudu naměřená data neztratí. Získaná data pak můžete pomocí SD karty přenést do počítače k další analýze a uložení. Grafický software dodávaný s EnergyLogger3500 nám například ukazuje energetické náklady až 10 spotřebičů a umožňuje export do programu Excel.

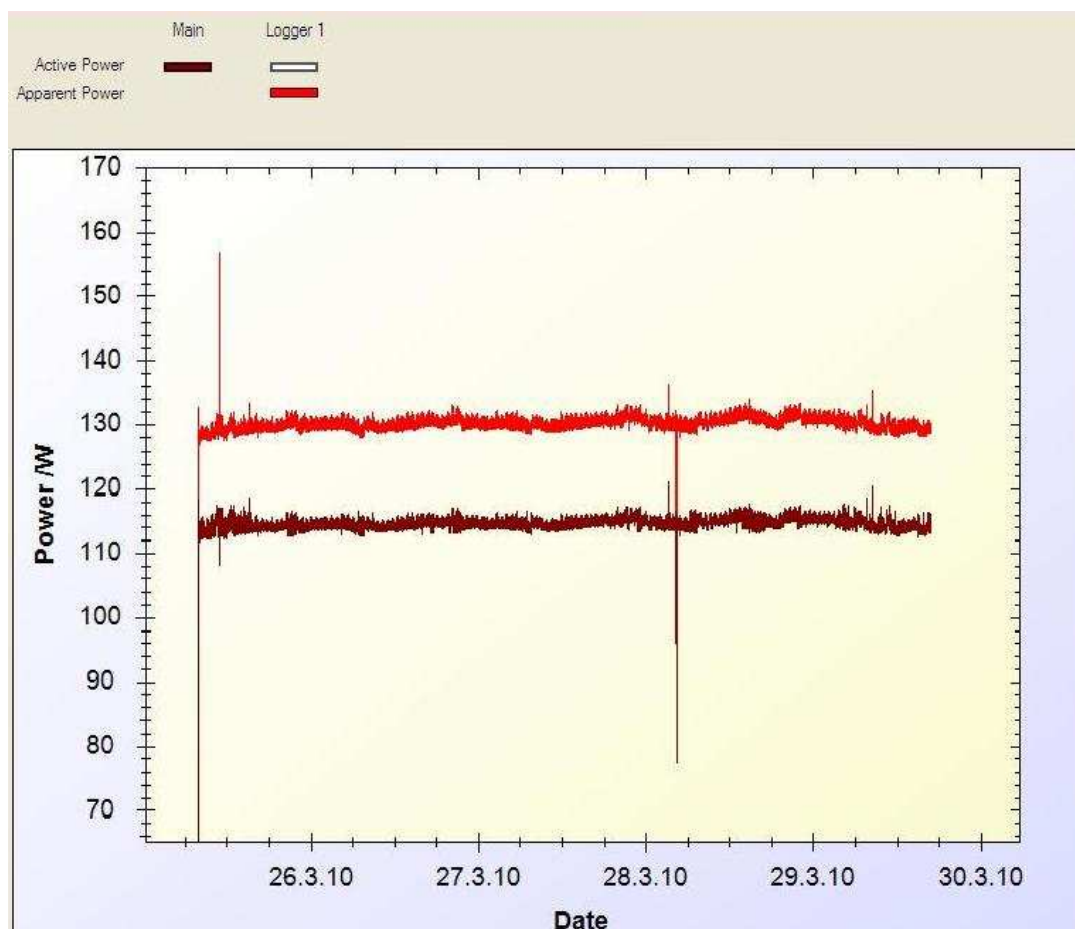


Obr. 5.1: EnergyLogger 3500.

Tab. 5.1: Technické parametry

Energy Logger3500	
Provozní napětí	230 V
Měření spotřeby	1 Wh - 9999kWh
Třída přesnosti	+ -1 digit
Max. příkon měřeného spotřebiče	1,5 - 3500 W
Jmenovitý vlastní příkon	1,8 W
Doba záznamu	max 4 měsíce
Fyzické parametry	
Rozměry v mm (vxšxh)	82x135x70

Měření zatížení serveru bylo provedeno v období od 25.3 do 31.3. 2010 (viz. obr.5.2). Graf (viz. obr. 5.2) nám ukazuje, jak se měnilo zatížení serveru ve sledovaném období.



Obr. 5.2: Graf zatížení serveru v období od 23.3 do 31.3.2010.

Tab. 5.2: Tabulka vybraných naměřených hodnot

Datum	25.3	26.3	27.3	28.3	29.3	30.3
\bar{x} činný výkon [W]	113,73	114,06	114,32	114,45	114,18	113,40
\bar{x} zdánlivý výkon [VA]	129,18	129,69	129,94	130,29	129,69	128,93
Maxima činný výkon [W]	118,63	117,05	117,13	121,12	120,31	120,21
Maxima zdánlivý výkon [VA]	156,60	133,01	133,11	136,09	135,18	135,07

Z měření je patrné (viz. tab. 5.2), že maximální činný výkon (Aktive Power) v měřeném období byl 121,12W a maximální zdánlivý výkon (Apparent Power) 156,60W. Průměrné

denní hodnoty zatížení se pochybovaly v rozmezí 113,40 – 114,45W pro činný výkon a 128,93 – 130,29W pro zdánlivý výkon.

5.2 VÝBĚR VHODNÉHO ZÁLOŽNÍHO SYSTÉMU

Při výběru vhodného záložního systému pro server s NIS CLINICOM jsem porovnával následující tři záložní systémy UPS: **APC BACK-UPS RS 1200VA**, **APC BACK-UPS RS 1500VA**, **APC Smart-UPS 2200VA** (viz. obr. 5.3). Všechny tři systémy vyrobila firma APC (American Power Conversion Corp), jedna z největších společností zabývajících se výrobou UPS. Základní parametry vybraných UPS jsou uvedeny v tabulce 5.1.



Obr. 5.3: a.) APC BACK-UPS RS 1200VA b.) APC BACK-UPS RS 1500VA
c.) APC Smart-UPS 2200VA.

Z vybraných UPS jsem zvolil **APC BACK-UPS RS 1500VA** jako nejvhodnější záložní systém pro náš školní server. Při výběru UPS jsem přihlížel k parametrům, ceně a k naměřeným údajům o zatížení serveru. APC BACK-UPS RS 1500VA představuje kompromis jak po finanční stránce tak po stránce výkonové. APC Smart-UPS 2200VA je kvalitní a profesionální UPS, jenž nabízí opravdu dlouhou dobu běhu na baterii, ale je pro naše účely je až příliš kvalitní a i její velikost a hmotnost je spíše nevýhodou. APC BACK-UPS RS 1200VA hodnotím také jako kvalitní UPS.

Tab. 5.1: Technické parametry porovnávaných UPS:

Model UPS	APC BACK-UPS RS 1200VA	APC BACK-UPS RS 1500VA	APC Smart-UPS 2200VA
Vstup			
Jmenovité vstupní napětí	230 V	230V	230V
Rozsah vstupního napětí pro napájení z rozvodné sítě	175 - 295 V	175 - 295 V	160 - 285V
Vstupní kmitočet	47 - 63 Hz	47 - 63 Hz	47 - 63 Hz
Výstup			
Jmenovité výstupní napětí	230 V	230 V	230 V
Výstupní výkon	540W / 800 VA	865W / 1500 VA	1980W / 2200 VA
Účinnost	96%	95%	95%
Počet bateriových modulů	1	1	1
Filtrace	ANO	ANO	ANO
Ochrana datové linky	ANO	ANO	ANO
Připojení externí baterie	NE	ANO	ANO
Přepět'ová ochrana	2x	2x	2x
Záložní provoz na baterie	3x	3x	8x
Doba běhu (pro zatížení 70W)	1hod06min	1hod32min	7hod12min
Typická doba nabíjení baterie	16 hod	8 hod	3 hod
Fyzické parametry			
Váha	13,50 kg	11,59 kg	51,00 kg
Rozměry v mm (vxšxh)	221x133x356	371x86x333	432x196x546
Okolí			
Provozní prostředí	0 - 40 °C	0 - 40 °C	0 - 40 °C
Provozní relativní vlhkost	5 - 95%	0 - 95%	0 - 95%
Přibližná cena	6 800Kč	7 500Kč	20 000Kč

APC BACK-UPS RS 1500VA

UPS nabízí dostatečné množství zásuvek pro chráněné přístroje, automatickou regulaci napětí (AVR) a přijatelnou dobu zálohování (1hod32min pro zatížení 70W). Provedení je malé ve tvaru kompaktní věže s možností všestranného umístění, jak na podlaze, nebo „na ležato“ pod monitor na desce pracovního stolu. APC BACK-UPS RS 1500VA nabízí ochranu proti náhlému proudovému rázu, která zahrnuje ochranu datového vedení (100BaseT) i telefonní linky/modemu/ISDN/DSL.

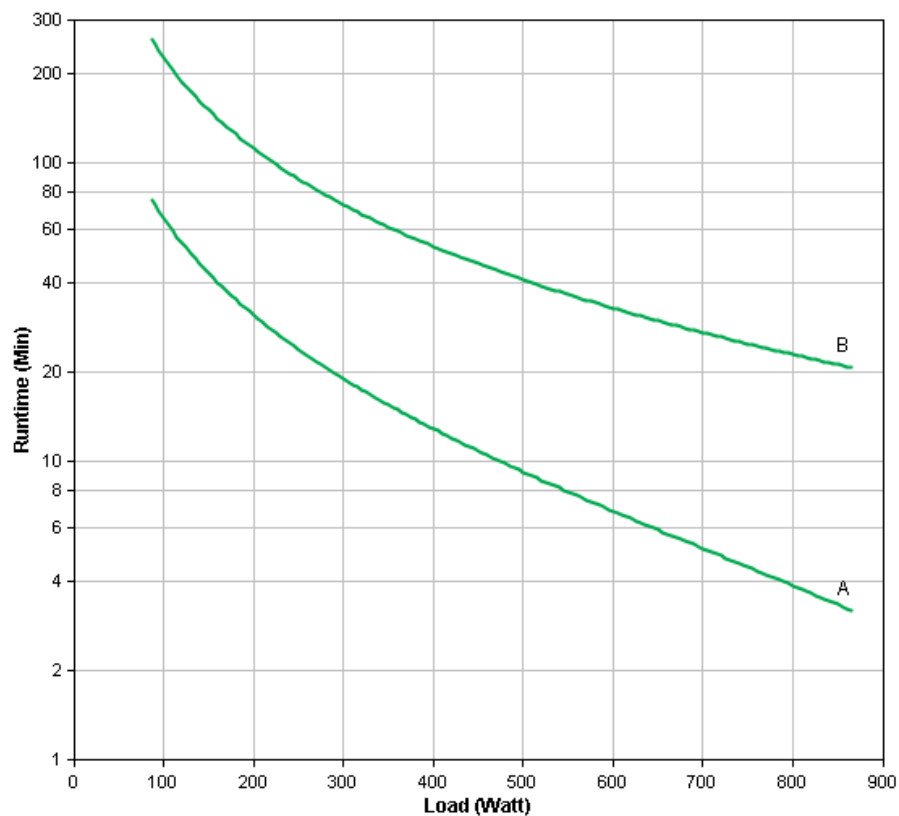


Obr. 5.4: APC BACK-UPS RS 1500VA

Nabízí celkem pět zásuvek, z nichž jsou tři chráněny před přepětovými rázy a současně zálohovány baterií. Zbylé dvě zásuvky poskytují pouze přepětovou ochranu pro zařízení jako jsou tiskárny, skenery a podobně.

APC BACK-UPS RS 1500VA je cenově dostupné a spolehlivé řešení pro ochranu proti výpadkům síťového napětí, náhlým proudovým rázům a ochranu dat serveru. Nabízí také vyměnitelné baterie a obsahuje inteligentní systém řízení baterií, který maximalizuje výkon baterií a jejich spolehlivost. Akustický alarm zajišťuje upozorňování na změny stavu jednotky UPS a parametrů napájení. Změnám stavu jednotky UPS odpovídají tyto stavy: přechod UPS na napájení výstupů z baterie, náhlý pokles kapacity baterie, přetížení baterie či selhání automatického diagnostického testu funkčnosti baterie. Kromě akustického alarmu jsou k dispozici také stavové indikátory v podobě LED, které nás upozorňují na tytéž stavy jako akustický alarm.

Jako jedna z největších výhod této UPS se jeví možnost připojení externí baterie, která nám výrazně prodlouží dobu zálohování (viz. obr. 5.5). Při maximálním zatížení (865W) je UPS schopná pracovat po dobu 3minut (udáváno výrobcem). Měřením jsem zjistil maximální zatížení 114,45W pro činný výkon. V tomto případě by UPS byla schopna pracovat po dobu zhruba jedné hodiny. Což je dostačující doba pro korektní ukončení systému, uložení právě rozpracované práce či přečkání doby, kdy dojde k naskočení síťového napětí.



Obr. 5.5: Na obrázku vidíme, jak se mění doba běhu UPS na baterii se zvyšujícím se výkonem pro UPS s připojenou externí baterií (průběh B) a bez ní (průběh A) [11].

Hlavní výhody APC BACK-UPS RS 1500VA:

- Výstupní výkon UPS
- Možnost připojení externí baterie
- Uživatelsky výměnné baterie
- Velmi snadná obsluha (Plug and Play systém)
- RS-232 komunikační port

6 MOŽNOSTI DATOVÉ KOMUNIKACE MEZI UPS A SERVEREM

Pro komunikaci s UPS jsem zvolil projekt APC UPS Deamon (dále jen `apcupsd`). Tento projekt podporuje výhradně záložní zdroje od firmy APC. Projekt `apcupsd` vznikl v době, kdy APC neposkytovala verzi svého obslužného software PowerChute pro volně šiřitelné operační systémy včetně Linuxu. V té době také nebyly k dispozici specifikace komunikačních protokolů záložních zdrojů APC, nicméně autoři `apcupsd` se rozhodli i za absence technických specifikací obslužný software vytvořit [12].

6.1 CHARAKTERISTIKA APCUPSD

`Apcupsd` může běžet buď v samostatném („standalone“) nebo síťovém („net“) režimu. `Apcupsd` s UPS komunikuje přes USB port. V případě potřeby zajistí včasné spuštění shutdown (a případných dalších definovaných akcí). U silnějších záložních zdrojů, ke kterým je připojeno více počítačů, tak jeden počítač je nastaven jako tzv. master, který monitoruje stav UPS a pak přes síť komunikuje s ostatními počítači. V případě potřeby inicializuje ukončení běhu systému (shutdown) nejen na systému, ke kterému je UPS připojen, ale i na všech ostatních [12].

Po startu se `apcupsd` nejprve pokusí zjistit, zda je k nakonfigurovanému portu skutečně připojena UPS. Pokud se podaří navázat komunikaci s UPS, spustí se další proces nebo více procesů v závislosti na dané konfiguraci. Pokud je UPS připojen přes USB port, spustí `apcupsd` proces `apcser` („apc serial“), který obstarává vlastní komunikaci s UPS. Je-li `apcupsd` konfigurován tak, aby sdílel informace o stavu UPS přes síť, spustí proces `apcnis` („apc network information server“) [12].

6.2 INSTALACE A KONFIGURACE

`Apcupsd` je dostupný ve formě zdrojových kódů a předkompilovaných verzí ve formě RPM (**Hat Package Manager**) balíčků. RPM balíček v podstatě představuje instalační srovnatelný s instalačními soubory ve Windows. V mém případě jsem k instalaci použil balíček verze **apcupsd 3.14.0-3el5.i386** stažený z webové stránky projektu (<http://www.apcupsd.com/>). Po instalaci balíčku se vytvoří konfigurační soubory, skripty (standardně uloženy v adresáři `/etc/apcupsd`) a spustitelné programy v adresáři `/sbin`.

Zde jsou uvedeny spustitelné programy, které lze využívat

- **Apcupsd** - obstarává komunikaci s UPS, monitorování stavu, spouštění shutdown sekvence apod,
- **Apcnisd** - samostatný "network information server", zpřístupňuje stav UPS prostřednictvím sítě,
- **Apcaccess** - utilita pro výpis stavu UPS z příkazové řádky (viz. příloha 1)
- **Apctest** - utilita pro spouštění testů záložního zdroje
- **Powerflute** - utilita pro monitorování stavu UPS pro konzoli
- **Multimon** - CGI skripty a konfigurační soubory, standardně umístěny v adresáři /etc/apcupsd

Během instalace je založen adresář /etc/apcupsd, kde se nachází konfigurační soubory **apcupsd.conf** a **multimon.conf** (konfigurační soubory webového rozhraní). Nejdůležitější konfigurovatelné parametry **apcupsd** (soubor **apcupsd.conf**)

- **UPSCABLE** typ sériového kabelu, zjistíme buď z potisku na kabelu, nebo z popisky produktu.
- **UPSTYPE** typ ups.
- **LOCKFILE** cesta k souboru, který slouží jako zámek, aby se více instancí aplikace nepokoušelo současně přistupovat k sériovému portu.
- **NETSERVER** pokud je zapnuto, apcupsd bude poskytovat informace o stavu UPS přes síť.
- **FACILITY** apcupsd standardně zapisuje do systémového logu pod kategorií zpráv daemon.
- **BATTERYLEVEL** tato direktiva udává minimální nabití baterie (v %), pokud nabití baterie klesne pod tuto mez, spustí se shutdown systému.
- **MINUTES** modely Smart-UPS umožňují odhadnout, po jak dlouhou dobu jsou při výpadku napájení baterie schopny zajistit provoz. Pokud je tato doba nižší než limit, iniciuje UPS shutdown systému.
- **TIMEOUT** tato direktiva se na rozdíl od předchozích dvou používá u jednoduchých typů UPS, které průběžně neinformují o stavu baterie. Udává čas v sekundách, po jehož vypršení při výpadku napájení bude spuštěn shutdown systému. Direktivy

- **BATTERYLEVEL**, **MINUTES** a **TIMEOUT** mohou být nastaveny současně, apcupsd pak inicializuje shutdown při překročení libovolného z těchto tří kritérií.

Další direktivy **UPSCCLASS** a **UPSMODE** slouží k nastavení UPS využívaným jedním nebo více počítači.

Další soubor, který vytvořený při instalaci, je soubor `apcupsd.events` (viz. obr. 6.1). V tomto výpisu se můžeme sledovat na poslední činnosti UPS. V prvním řádku vidíme, že UPS detekovala výpadek síťového napětí a následně v druhém řádku informuje o přepnutí UPS na baterii. Ve třetím a čtvrtém řádku UPS detekovala návrat síťového napětí a informuje o tom, že UPS již neběží na baterii.

Wed May 19 08:43:44 CEST 2010 Power failure. Wed May 19 08:43:50 CEST 2010 Running on UPS batteries. Wed May 19 08:48:21 CEST 2010 Mains returned. No longer on UPS batteries. Wed May 19 08:48:21 CEST 2010 Power is back. UPS running on mains.
--

Obr. 6.1: Ukázka logovacího souboru `apcupsd.events`.

6.3 VAROVNÁ ZPRÁVA O VÝPADKU V ELEKTRICKÉ NAPÁJECÍ SÍTI

Pro odeslání varovné zprávy o výpadku v elektrické napájecí síti jsem využil skript **onbattery** (viz. obr.6.2), který se při tomto výpadku volá. Do skriptu jsem přidal řádek 8 a 9. Z řádku 8 se spouští skript **smtpmail.pl** [26] pro odeslání varovného emailu správci serveru o výpadku v elektrické napájecí síti. Z řádku 9 se pomocí příkazu **wall** pošle zpráva o výpadku všem přihlášeným uživatelům do textového terminálu CLINICOM.

Skript **smtpmail.pl** je umístěn v adresáři **/bin**, do něhož můžeme vkládat spustitelné skripty vytvořené uživateli a následně se na ně odkazovat. Pro správnou funkčnost skriptu musí být v systému povoleno spouštění modulu `sendmail` a `smtp`, který se zavolá před nastavením odchozího smtp serveru, ze kterého se má email odeslat. Poté se email odešle na zvolenou emailovou adresu. Okomentovaný skript `smtp.pl` je uveden v příloze 2.

```

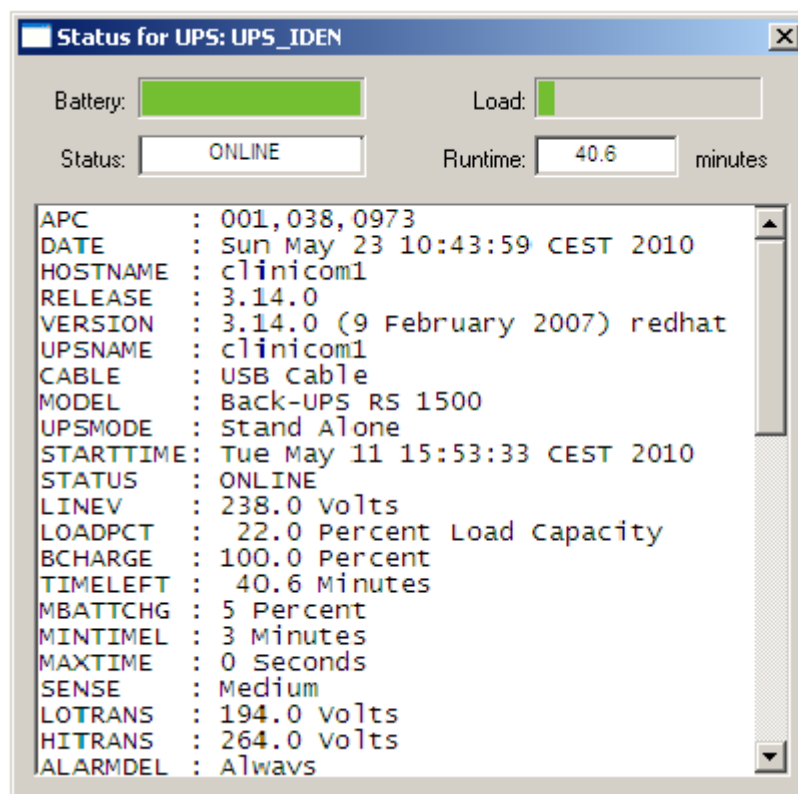
1  #!/bin/sh
2  #
3  # Tento skript je umístěn v /etc/apcupsd
4  # je volán /etc/apcupsd/apccontrol když UPS
5  # běží na baterii.
6  #
7  #####
8  #smtpmail.pl
9  #echo "Vypadek proudu!! 40min do vypnutí serveru. \n" | wall
10 #####
11 SYSADMIN=root
12 APCUPSD_MAIL="/bin/mail"
13
14 HOSTNAME=`hostname`
15 MSG="$HOSTNAME Vypadek proudu!! 40 minut do vypnutí serveru."
16 #
17 (
18     echo "Subject: $MSG"
19     echo " "
20     echo "$MSG"
21     echo " "
22     /sbin/apcaccess status
23 ) | $APCUPSD_MAIL -s "$MSG" $SYSADMIN
24 exit 0

```

Obr. 6.2: Výpis skriptu onbattery.

Další možností, jak informovat uživatele CLINICOM o výpadku v elektrické napájecí síti, je instalace programu APCTRAY. Tento program je určen pro operační systém Windows. Pomocí APCTRAY můžeme na dálku monitorovat stav naší UPS online (viz. obr. 6.3), kdy APCTRAY komunikuje s programem apcupsd běžícím na našem serveru.

Po instalaci programu APCTRAY jsem nastavil IP adresu serveru CLINICOM1 (147.229.77.6) a číslo portu (3551), přes který probíhá komunikace. Číslo portu jsem nastavil parametrem NISPORT v konfiguračním souboru /etc/apcupsd/apcupsd.conf na severu. Port je většinou defaultně nastaven na hodnotu 3551, ale je dobré toto nastavení ověřit.



Obr. 6.3: Ukázka online monitoringu UPS v prostředí Windows.

Obrázek 6.3 zobrazuje okno informující o stavu UPS. V okně Battery vidíme, že baterie je plně nabitá. V okně Load vidíme procentuální zatížení baterie UPS. Okno Runtime nám ukazuje odhadovaný čas chodu UPS na baterii.

7 REÁLNÁ A TEORETICKÁ ZÁLOŽNÍ DOBA UPS

V této kapitole se budu zabývat výpočtem teoretické záložní doby pro stávající a dřívější konfiguraci serveru. Pro výpočet jsem využil hodnoty zjištěné při zatížení serveru a výrobcem udávané parametry UPS.

Výpočet teoretické záložní doby UPS pro stávající konfiguraci:

- Kapacita baterie: Ah = 4,5Ah
- Zatížení: P = 121,12 W
- Napětí baterie UPS: U = 24 V
- Účinnost měniče UPS: 95% (udávaná výrobcem)

Proud dodávaný baterií pro zatížení 121,12W a uvažovanou účinností 95%.

$$I = \frac{P + 5\%}{U} = \frac{127,2}{24} = 4,98A \quad (7.1)$$

Výpočet záložní doby:

$$t = \frac{Ah}{I} = \frac{4,5}{5,29} = 51\text{min} \quad (7.2)$$

- Záložní doba dle teoretického výpočtu: 51min.
- Změřená reálná záložní doba: 42min.

Změřená reálná doba je o 9min kratší než zálohovací doba dle výpočtu. Tato skutečnost je pravděpodobně způsobena hodnotou účinnosti měniče UPS, kterou výrobce udává na 95%. Reálná hodnota účinnosti měniče UPS se pohybuje mezi 80 % a 90 %.

Výpočet teoretické záložní doby UPS s dřívější konfigurací:

- Kapacita baterie: Ah = 4,5Ah
- Zatížení: P = 78 W
- Napětí baterie UPS: U = 24 V
- Účinnost měniče UPS: 95% (udávaná výrobcem)

Proud dodávaný baterií pro zatížení 78W a uvažovanou účinností 95%.

$$I = \frac{P + 5\%}{U} = \frac{81,9}{24} = 3,41A \quad (7.3)$$

Výpočet záložní doby:

$$t = \frac{Ah}{I} = \frac{4,5}{3,41} = 1\text{hod}19\text{min} \quad (7.4)$$

- Záložní doba dle teoretického výpočtu: 1hod 19min.
- Změřená reálná záložní doba byla 1hod 5min.

8 ZÁVĚR

V rámci bakalářské práce jsem se seznámil s NIS CLINICOM a jeho hardwarovou realizací. Vyzkoušel jsem si práci s tímto NIS a dálkovým přístupem k němu pomocí CareCenter a textových terminálů Putty a KoalaTerm.

Provedl jsem měření zatížení na serveru pomocí Energy Logger3500. Tímto měřením jsem zjistil maximální a průměrné zatížení severu. Maximální zatížení pro činný výkon bylo naměřeno 121,12 W a pro zdánlivý výkon 156,6 VA.

Navrhl jsem vhodné technické řešení záložního systému (UPS). Jako nejvhodnější UPS jsem zvolil APC-BACKUP 1500VA. UPS nabízí dostatečné množství zásuvek pro chráněné přístroje, automatickou regulaci napětí a přijatelnou dobu zálohování (reálná záložní doba 42 minut). K této UPS je možno připojit externí akumulátor, který výrazně zvýší dobu zálohování (nebylo v praxi odzkoušeno).

Realizoval jsem automatické zasílání varovné zprávy o výpadku napájení v elektrické síti správci serveru a všem přihlášeným uživatelům. K tomu jsem využil program apcupsd, kterým lze monitorovat stav UPS. Zde jsem využil skriptu onbattery, který se volá při výpadku napájení v elektrické síti.

Provedl jsem měření reálné záložní doby, která byla pro stávající konfiguraci serveru 42 minut. Dle teoretického výpočtu je záložní doba 54 minut. Tento rozdíl může být způsoben mnoha faktory. Jedním z nichž je účinnost měniče UPS při výpočtu, kdy jsem počítal s účinností 95 % (udávanou výrobcem). Reálná hodnota účinnosti měniče UPS se pohybuje mezi 80 % a 90 %.

SEZNAM LITERATURY

- [1] WALSH, M., DALHEIMER, M K., DOWSON, T., KAUFMAN, L. *Používáme Linux*. Brno: Computer Press, 2003. ISBN: 80-7226-698-5.
- [2] NOVOTNÝ, V., VOREL, P., PATOČKA M. *Napájení elektronických zařízení*. Brno: UREL VUT v Brně, 2002.
- [3] KREJČÍŘÍK, A. *Napájecí zdroje I*. 1. vyd. Praha: BEN, 1997, 352 s. ISBN 80-86056-02-3.
- [4] KREJČÍŘÍK, A. *Napájecí zdroje III*. 1. vyd. Praha: BEN, 1999, 341 s. ISBN 80-86056-6-2.
- [5] HORÁK, Jaroslav. *Hardware - učebnice pro pokročilé*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1741-5.
- [6] KREJČÍŘÍK, A. *Napájecí zdroje III*. 1. vyd. Praha: BEN, 1999, 341 s. ISBN 80-86056-6-2.
- [7] HANDLE, H a kolektiv. *Průmyslová elektronika a informační technologie*. Praha: Europa Sobotáles, 2003. 720 s. ISBN 80-86706-04-4.
- [8] MINASI, Mark. *Velký průvodce hardwarem*. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0273-8.
- [9] VESELKA, F. *UPS Nepřetržitá dodávka elektrické energie s asynchronním kroužkovým generátorem* [online]. 2007, Dostupné z : http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34764.
- [10] RASMUSSEN, N. *Různé typy systémů UPS* [online]. 2004-5. Dostupné z : http://www.apcmedia.com/salestools/SADE-5TNM3Y_R5_CZ.pdf.
- [11] KUČHTA, K. *Jak si počínat při výběru UPS* [online]. 2001. Dostupné z : http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23908.
- [12] HARING, D. *Software nejen pro záložní zdroje APC* [online]. 2002-11. Dostupné z : <http://www.linuxzone.cz/index.phtml?ids=6&idc=72>.
- [13] DOLEŽAL, M. *Využití Internetu k dálkovému přístupu do NIS CLINICOM*. Brno, 2004. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Ivo Provazník, PhD.
- [14] Hyun-Chul Jung., Dong-Suk Hyun. *Grounding System of an Uninterruptible Power System (UPS)*. Power Electronics, 2007. ICPE '07. 7th International Conference on, 2007. ISBN: 978-1-4244-1871-8.
- [15] *UPS* [online]. 2010, poslední revize 2010 [cit.2010]. Dostupné z : <http://www.ups.cz/index.php?page=podpora&page2=vyber-ups>.

- [16] SOLTER, W. *A New International UPS Classification by IEC 62040*. Telecommunications Energy Conference, 2002. INTELEC. 24th Annual International. ISBN: 0-7803-7512-2.
- [17] *CentOS* [online]. 2010, [cit. 6. duben 2010]. Dostupné z : <http://cs.wikipedia.org/wiki/CentOS>.
- [18] *SMS* [online]. c2005, [Cit.2010-02-29]. Dostupné z : <http://www.smed.cz/produktysluzby/nis.html>.
- [19] *APC (UPS)* [online]. 2009. Dostupné z : <http://www.apc.com/products/category.cfm?id=13&segmentID=1>.
- [20] *Critical Power* [online]. 2010, Dostupné z : http://www.gelighting.com/apo/applications/power_plant/critical_power/.
- [23] ŠKUTKOVÁ, Helena. *Nemocniční informační systém CLINICOM*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2007. 42 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Fedra.
- [24] Chand, S., Chawla, K. *EMC EVALUATION & ANALYSIS OF UPS*. Proceedings of the International Conference on, 2002. 37 – 42. ISBN: 0-7803-7563-7.
- [25] Hyun-Chul Jung., Dong-Suk Hyun. *Grounding System of an Uninterruptible Power System (UPS)*. Power Electronics, 2007. ICPE '07. 7th International Conference on, 2007. ISBN: 978-1-4244-1871-8.
- [26] *Macosxhints* [online]. 2010, Dostupné z: <http://forums.macosxhints.com/archive/index.php/t-31807.html>.
- [27] *Emergency power systém* [online]. 2010 [cit. 6. březen 2010], Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Emergency_power_system.

SEZNAM ZKRATEK

USB	Universal Serial Bus
ISDN	Integrated Services Digital Network
DSL	Digital Subscriber Line
AVR	Automatic Voltage Regulation
UPS	Uninterruptible Power Supply
NIS	Hospital information system
LED	Light-emitting diode
LCD	Liquid crystal display
NIS	Hospital informative system
CentOS	Community ENTERprise Operating System
RHEL	Red Hat Enterprise Linux
APC	American Power Conversion Corp

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1. Okomentovaný výpis z **Apcaccess**.
Příloha 2. Okomentovaný skript smtpmail.pl.

PŘÍLOHA 1.

APC : 001,038,0973	
DATE : Sun May 23 10:43:59 CEST 2010	
HOSTNAME : clinicom1	
RELEASE : 3.14.0	
VERSION : 3.14.0 (9 February 2007) redhat	
UPSNAME : clinicom1	jméno UPS
CABLE : USB Cable	typ kabelu
MODEL : Back-UPS RS 1500	označení modelu
UPSMODE : Stand Alone	mod UPS
STATUS : ONLINE	status online
LINEV : 238.0 Volts	aktuální napětí na vstupu
LOADPCT : 22.0 Percent Load Kapacity	aktuální vytížení v procentech
BCHARGE : 100.0 Percent	stav nabití baterie v procentech
TIMELEFT : 40.6 Minutes	odhadovaný čas chodu UPS na baterii
MBATTCHG : 5 Percent	minimální procentuální hodnota napětí baterie UPS, kdy dojde k vypnutí počítač
MINTIMEL : 3 Minutes	minimální odhadovaný čas chodu UPS na baterii, kdy dojde k vypnutí počítače
MAXTIME : 0 Seconds	
SENSE : Medium	citlivost
LOTRANS : 194.0 Volts	minimální přípustné napětí na vstupu
HITRANS : 264.0 Volts	maximální přípustné napětí na výstupu
ALARMDEL : Always	zapnutý alarm
BATTV : 26.9 Volts	aktuální napětí baterie
SERIALNO : BB0909001028	sériové číslo UPS
BATTDATE : 2001-09-25	datum instalace baterie
NOMINV : 230	nominální hodnota napětí
NOMBATTV : 24.0	nominální hodnota napětí baterie
FIRMWARE : 8.g9a.I USB FW:g9a	aktuální firmware UPS
APCMODEL : Back-UPS RS 1500	model UPS

PŘÍLOHA 2.

```
#!/usr/bin/perl -w                                #cestu k interpretu perlu

use Net::SMTP;                                     # připojení modulu smtp

#$smtp = Net::SMTP->new('smtp.seznam.cz');          # tady se nastavuje adresa smtp serveru
                                                    # (smtp server poskytovatele internetu nebo
                                                    # poskytovatele emailu)

$smtp = Net::SMTP->new('fest.stud.feec.vutbr.cz'); # tady se nastavuje adresa smtp serveru

#$smtp->mail($ENV{USER});                          # Jako jméno odesílatele se nastaví login
                                                    # přihlášeného uživatele v linuxu

#$smtp->mail('vilemkovice@seznam.cz');

$smtp->mail('xkucer54@stud.feec.vutbr.cz');

$smtp->to('vilemkovice@seznam.cz');                 # adresa pro příjem emailu

#$smtp->to('fedra@feec.vutbr.cz');                  # adresa pro příjem emailu

$smtp->data();

$smtp->datasend("To: vilemkovice\@seznam.cz\n"); # nastavení emailu příjemce do
zdrojového kodu

$smtp->datasend("Subject: ALARM: POWER DOWN in Clinicom\n");

$smtp->datasend("\n");

$smtp->datasend("Vypadek proudu!! 40min do vypnutí serveru.\n");# text emailu

$smtp->dataend();

$smtp- quit;
```